

白蟻防除剤クロルデンの住宅汚染

Ambient Pollution of Living Area by
Chlordanes treated for Termites

槌田 博*・朱 曉明*・加藤 龍夫*

Hiroshi TSUCHIDA*, ZHU Xiaoming* and Tatsuo KATOU*

Synopsis

Air concentrations of heptachlor, chlordene, chlordanes, and Nonachlors were measured at a dormitory town and other three houses in Japan. The samples of air under the floor, in the room, and in the open were concentrated on the solid absorbent Tenax-GC at normal temperature, and directly injected at 280°C into the capillary column gas chromatograph. Some of the results were over above the NAS interim guidelines of $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The maximum concentration was $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in the room, and $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under the floor.

It has been prohibited to make, to sale, and to use the chlordanes since September 1986 in Japan. But chlordanes residue in the living area shall persist for a long time. At present the organophosphorus and pyrethroid insecticides are used as substitutes for chlordanes. Because these acute toxicities are more remarkable than chlordanes, the inhabitants seem to suffer from new damages of health.

1. 緒 言

クロルデンは、1950年から農業として稲や野菜に使われていたが、1968年に農業登録が失効した有機塩素系殺虫剤である。その後も農業取締法の対象外の用途では使用され続けてきた。おもにシロアリ対策として、建築用木材への塗布、建築合板の接着剤への添加、土台木材への注入、敷地土壌への注入が行われた。このため、農業登録失効後の1972年から1985年に環境庁が警告するまで、急速に輸入量が増え多量に消費された。一般住宅の多くでもクロルデンの散布が行われてしまった。1986年9月になって化審法の特定化学物質に指定され、全ての用途での製造、販売、使用が禁止

された。しかし、クロルデンの残留は長期間継続するので、今後も大きな問題を残すことになった。

クロルデンは、典型的な有機塩素化合物であることから、大きな残留性を持っている。たとえば、畑地土壌中での半減期が有機磷系農薬では10日前後であると言われるのに比べ、クロルデンは1年程度にもなる。また、難分解成分で脂肪によく溶けるので、生態濃縮によって食物連鎖のステップを上がる度に濃縮されていく。さらに食物連鎖がなくても定常的に汚染物質に曝されているときは、生体の脂肪などに蓄積されていくために高濃度になることが知られている。^{1,2)} 1980年ごろから、日本の環境中でも魚、底質、食品、母乳、血液などでクロルデンが検出されるようになっていく。³⁾

クロルデンは毒性の点からも問題が大きい。人体中毒症状としては、吐き気、おう吐、下痢、食欲不振、震え、けいれん等がある。慢性中毒では、中枢神経系刺激、肝腎障害、肺水腫、消化管刺激症状がある。³⁾ その成分の1つであるヘプタクロルは、餌に混ぜられたマウスに高い確率で肝臓癌を発生させ、他の成分も

* 横浜国立大学 環境科学研究センター 環境基礎工学研究室

Department of Environmental Engineering Science,
Institute of Environmental Science and Technology,
Yokohama National University

(1989年12月1日受領)

構造式の類似性から発ガン性が疑われている。^{1,2)}

殺虫剤クロルデンは、その製法上複数の類似した化合物の混合物である。成分は、*t*-クロルデン、*c*-クロルデン、*t*-ノナクロル、*c*-ノナクロル、 γ -クロルディーン、ヘプタクロルなど少なくとも20数種類の化合物が含まれている。その中では、先に名を挙げた6種類の含有量が多く、その他の成分の含有量は少ない。主成分の構造式を図1に示す。

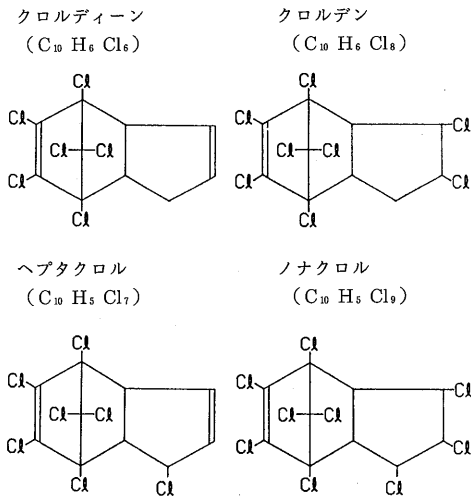


図1 クロルデン類の構造式

成分の割合は製造時の条件で大きく変化するので、製品によって異なる。本研究室で購入したクロルデン40%剤では、ヘプタクロル1.0に対して、 γ -クロルディーン1.3、*t*-クロルデン2.0、*c*-クロルデン1.5、*t*-ノナクロル1.6、*c*-ノナクロル0.9の割合で含有していた。また文献では、ヘプタクロル4.47%、*t*-クロルデン12.80%、*c*-クロルデン7.90%、*t*-ノナクロル7.17%、*c*-ノナクロル3.53%であった。⁴⁾

なお、本報のなかでは種々の成分の総称として、クロルデンを用いる。個別の成分を特に指定するときは、 α -クロルディーン、 γ -クロルディーン、ヘプタクロル、*t*-クロルデン、*c*-クロルデン、*t*-ノナクロル、*c*-ノナクロルなどのように成分名を使うことにする。

クロルデンの住居室内汚染の実測例もいくつか発表されている。米空軍基地住居の室内空気クロルデン汚染の測定結果は、最高で293.96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、16年前に散布した14戸でも空气中濃度は、平均1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最高4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ でほとんど減衰していないこと

が示された。⁵⁻⁷⁾日本でも、2軒の住宅のクロルデン濃度と散布作業者の血液中濃度の測定⁸⁾、神奈川県と東京都内の住宅(21戸46室)の空気汚染濃度の測定⁹⁾、拡散型サンプラーによる測定⁴⁾などが行われている。本報はもう一つのデータとして加えるものである。

2. 測定法

2.1 分析成分

分析成分はクロルデンの主要な成分から、次の6成分とした。

ヘプタクロル	$C_{10}H_5Cl_7$
γ -クロルディーン	$C_{10}H_6Cl_6$
<i>t</i> -クロルデン	$C_{10}H_6Cl_8$
<i>c</i> -クロルデン	$C_{10}H_6Cl_8$
<i>t</i> -ノナクロル	$C_{10}H_5Cl_9$
<i>c</i> -ノナクロル	$C_{10}H_5Cl_9$

標準物質として、ヘプタクロルは和光純薬製ヘプタクロル標準品(98%以上)を用いた。他の成分はヘプタクロルを基準にして市販のクロルデン(40%)乳剤をFID検出器で検定したものをを用いた。

2.2 試料の採取

空気中のクロルデンの採取には、吸着剤としてTenax-GC 0.5mlを充填した捕集管¹⁰⁾を用いた。これに真空吸引ポンプで10~20 lの大気を濃縮した。

土壌については、ねじ蓋付きの試験管に数グラムずつ取り、密閉して研究室に持ち帰った。この土壌の重量を計測したのち、アセトン10mlを加えてよく振り混ぜ、1昼夜以上含浸して抽出したものを試料とした。

2.3 分析装置

試料の分析には、ECDガスクロマトグラフおよびガスクロマトグラフ質量分析計を用いた。

ECDでは、HP5840Aガスクロマトグラフに、キャピラリーカラム(HP Ultra 1, 25m \times 0.32mm ϕ , Crosslinked Methyl Silicone Gum 0.52 μm または、SPB-1, 30m \times 0.32mm ϕ , Methyl Silicone Gum 1.0 μm)を付け、窒素キャリアガスのカラム圧力を0.5kgw/ cm^2 にした。カラム温度は80°Cから8°C/min.昇温で240°Cとした。ガスクロマトグラフの注入口で、Tenax捕集管を280°Cに加熱してキャリアガスで試料を導入した。クロマトグラムの一例を図2にしめす。定量限界はそれぞれ0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

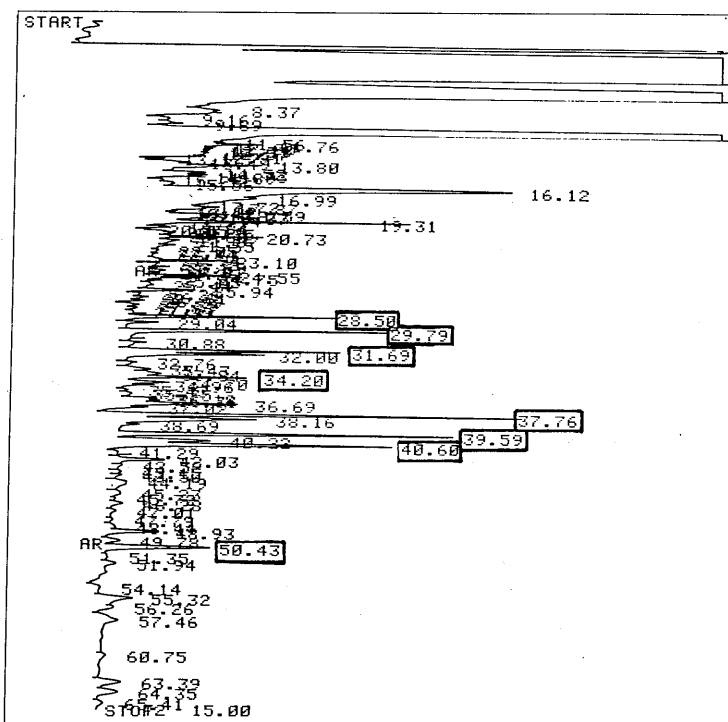


図2 ECDガスクロマトグラムの一例

SIM CHROMATOGRAM Data File: CHLRDN036.SIM 29-SEP-89 20:48
 Sample: 7412
 Scan# 750 to 1250(1250) RT 9'59" to 16'39"(16'39") EI(Pos.) Lv 0.00
 Group# 1

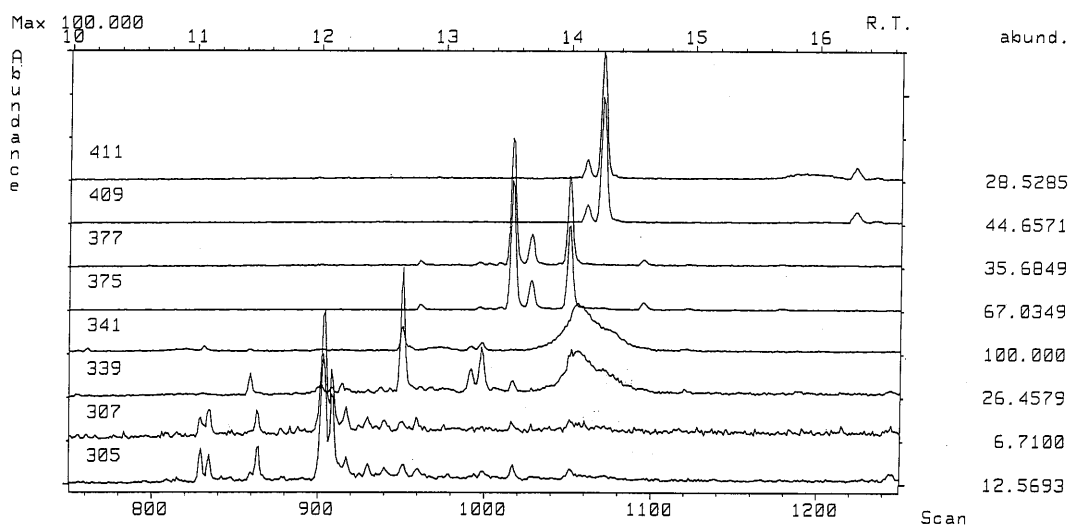


図3 GC/MSのマスキングクロマトグラムの一例

表1 土壌中のクロルデン類の残留濃度

1989年9月調査 単位: $\mu\text{g}/\text{g}$

番号 場所 (散布時期)	ヘプタ クロル	γ-クロル ディーン	ト-クロル デン	c-クロル デン	ト-ノナ クロル	c-ノナ クロル	6成分 合計
S1 A宅 (未散布)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0
S2 幼稚園 (屋外)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0
S3 B宅 (84年5月散布)	3.7	15.	79.	81.	89.	92.	360
S4 C宅 (88年ウッドラック散布)	nd	0.05	0.26	0.27	0.26	0.26	1.1
S5 D宅 (88年8月散布)	0.21	1.3	4.6	5.0	4.8	9.0	24
検出限界	0.10	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	

表2 空気中のクロルデン類の残留濃度

1989年9月調査 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

番号 場所 (散布時期)	ヘプタ クロル	γ-クロル ディーン	ト-クロル デン	c-クロル デン	ト-ノナ クロル	c-ノナ クロル	6成分 合計
=A宅 (未散布) =							
1 一階和室8帖床下	nd	0.011	0.014	0.009	0.006	nd	0.040
2 二階洋間6帖室内	nd	0.010	0.012	0.009	0.008	nd	0.038
=B宅 (84年5月散布) =							
3 一階和室6帖床下	2.2	1.5	2.8	2.7	3.8	3.4	16.
4 一階和室6帖室内	0.16	0.13	0.28	0.23	0.25	0.10	1.2
5 一階洋間8帖室内	0.12	0.086	0.11	0.094	0.12	0.012	0.54
6 一階浴室室内	0.081	0.053	0.092	0.071	0.078	0.015	0.39
7 二階和室6帖室内	0.082	0.078	0.12	0.096	0.10	0.016	0.49
8 屋外	nd	0.15	0.098	0.082	0.075	0.028	0.43
=D宅 (88年8月散布) =							
9 一階西側和室床下	1.1	1.4	2.7	2.4	2.6	3.4	14.
10 一階西側和室室内	nd	0.11	0.20	0.17	0.16	0.045	0.85
11 一階南側和室室内	0.20	0.099	0.17	0.13	0.12	0.029	0.75
12 一階北側和室室内	0.17	0.067	0.091	0.11	0.068	nd	0.50
13 一階倉庫室内	0.32	0.18	0.35	0.29	0.28	0.085	1.5
=屋外=							
14 団地内E宅前	nd	nd	0.004	nd	0.003	nd	0.013
15 団地内F宅前	nd	nd	0.003	0.002	0.002	nd	0.008
16 団地周辺生協前	0.004	0.004	0.006	0.004	0.004	0.001	0.023
17 団地周辺幼稚園前	nd	0.002	0.001	0.001	0.001	nd	0.005
18 団地周辺蕎麦屋前	nd	nd	0.001	0.001	nd	nd	0.001
検出限界	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	

ガスクロマトグラフ質量分析計 (日本電子製 JMS-DX303HF) では、SIM法で分析を行った。使用したカラムは、メガポアキャピラリーカラム (HP-1, 5m×0.53mmφ, Methyl Silicone Gum 2.65 μm) である。選択した質量数は以下の通りである。

Heptachlor (ヘプタクロル)	339, 341
Chlordene (クロルディーン)	305, 307
Chlordane (クロルデン)	375, 377
Nonachlor (ノナクロル)	409, 411

分析した試料の一例を図3に示した。本法による定量限界は、表1, 2に示した。

3. 家屋と環境のクロルデン濃度の調査

3.1 住宅団地における事例

岐阜市O団地において1985年前後に270戸の一戸建て住宅の1/3強の家庭で集中的に白蟻駆除剤散布を実施した。その後、住民の多くがじん麻疹、湿疹、口内炎、あるいは全身的農薬中毒症状に悩まされるようになったことを受けて、団地内数軒の家屋と周辺環境のクロルデン調査を行った。それぞれ84年5月、88年8月に散布した家屋、対象として未散布の家屋および野外数地点とした。家屋内では床下の土壌、床下空気、一階室内空気、二階室内空気を採取しGC/MS-SIMで分析した。土壌中のクロルデン類濃度を表1に、空気中の濃度を表2に示した。

なお、各家屋は郊外の庭付き2階建て住宅で、床下が密閉式の近年典型的な構造であった。簡単な家屋構造と採取場所を図4に参考として示した。

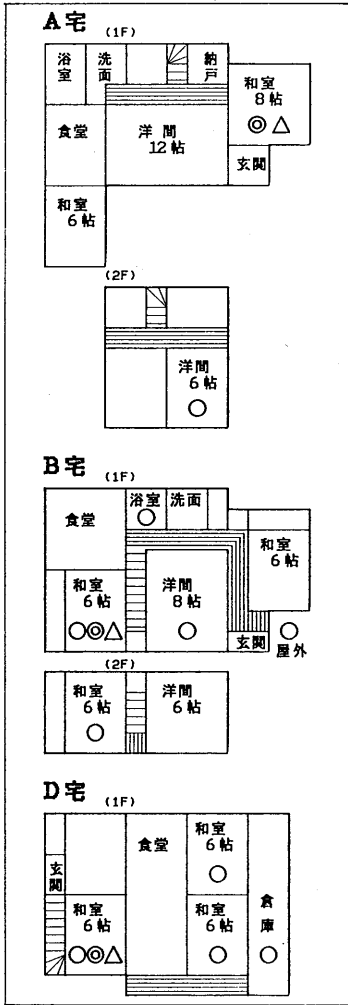


図4 試料採取場所

この調査結果から以下の点が明らかになった。まず、床下土壌は、84年散布が $360 \mu\text{g}/\text{g}$ で高く、88年散布では $24 \mu\text{g}/\text{g}$ と低くなっている。後者は、クロルデン禁止後の散布で、あってはならないはずが出ているのである。また、代替えのウッドラックを使用した家の土壌にも少量残留していた。しかし、未散布の家の床下土壌と団地周辺の幼稚園の運動場の土壌では、不検出であった。つぎに、室内空気であるが、B宅、D宅共に高い濃度が床下に充満していることがわかった。この場合、土壌濃度の多少にかかわらず大気濃度は変わっていないことを示している。居住空間の方も床下の濃度に相応して両者の差はなく、0.39から1.5

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。この測定では、クロルデンは床下を発生源として、室内に一樣に拡がっていることがわかる。なお、未散布の家も空気にわずかな汚染が認められた。これは、屋外からきた周辺空気のバックグラウンドか、家具などに使用されたクロルデンかどちらかの原因による。

屋外の空気では、団地内路上、生協、および少し離れた幼稚園で少量であるが検出された。各家庭から発生しているクロルデンガスが周囲大気を汚染していると考えられる。対照地域として約800m離れた蕎麦屋では痕跡が認められた。ただ、都市環境では ng/m^3 オーダーのバックグラウンドが測定される例が知られているので、ある程度以下のクロルデンの存在が一般環境値であるのか当団地起源によるのかは確認できない。この調査の範囲では、家庭の床下から室内、屋外へ拡散していると見るのが妥当である。

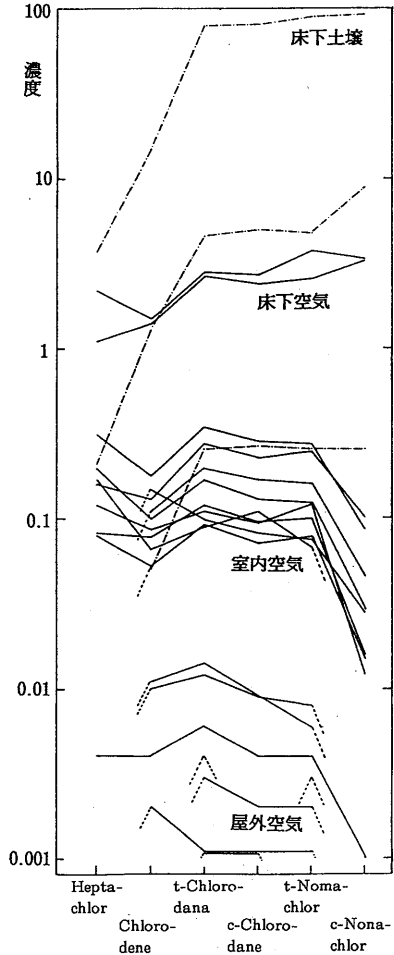


図5 クロルデン類の濃度比率

実線：空気中濃度 [単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 一点鎖線：土壌中濃度 [単位 $\mu\text{g}/\text{g}$]

クロルデン類各成分の濃度比率を図5に示した。これは、測定した6成分について濃度を対数表示したものである。これによれば、床下土壌、床下空気、室内空気および屋外空気について、汚染のレベルと成分比率の変化がわかる。汚染のレベルでは、床下濃度を1とすれば室内濃度は1/10、屋外濃度は1/100以下となっている。成分比率については、ヘプタクロルが土壌で低く、空気が高くなっているのが認められるが、これは揮発性の差による。また、c-ノナクロルが室内空気でも低くでているのも同じ理由が考えられる。ただ、床下空気と土壌では似た傾向であって、この成分は畳の部分で吸着される性質があるかも知れない。いずれにしても、床下に撒かれたクロルデンは土壌に残留して分解せず、長期にわたって揮発し続けて環境空気を汚染していることが判明した。

このようにクロルデンのような猛毒物質が生活環境に常時存在するのは正常なことではない。この事態に関連して2つの資料を付記しておきたい。1つは、当該団地の白蟻殺虫剤の使用状況で、散布した家屋と散

布しない家屋の配置を調べた結果を略図として図6に示した。縦線で塗りつぶしてあるところは1986年以前にクロルデン処理をした家屋であり、横線で記したところは1986年以降に有機リン剤やピレスロイド剤、トリアジン系剤などで処理をした家屋である。日本の普通の風土で住居が白蟻に食い荒されるなどは極めて稀なことである。それに対し、このような毒物多使用の常態化は異常なことと認めざるをえない。

2つは、健康障害の頻発である。住民が訴えている症例の聞き取り調査の一部を表3に示した。クロルデンの慢性症状に対し、代替え薬剤が急性的な作用を持つことから、代替の薬剤を使用し始めた頃から口内炎、湿疹、じん麻疹などの症状が現れているようである。本来ならば、これらの健康障害は医師あるいは保健所の担当すべき対象である。従来、農業に関する被害調査が実施されないのは研究にとって遺憾である。

表3 岐阜市O団地での健康アンケート
1989年10月 90世帯 単位(人)

年	口内炎	湿疹	じん麻疹
1981	1	0	0
1982	1	1	1
1983	3	3	1
1984	3	4	2
1985	4	2	0
1986	8	5	1
1987	11	8	5
1988	13	8	4
1989	30	21	11

3.2 各地の家屋調査事例

クロルデンによる白蟻防除は全国的に実施されてきており、各地に共通の事例であると見ることができる。広島県下1例、神奈川県下2例を示す。後者の1例は集合住宅の1戸である。それぞれの測定値を表4、表5、表6に示す。

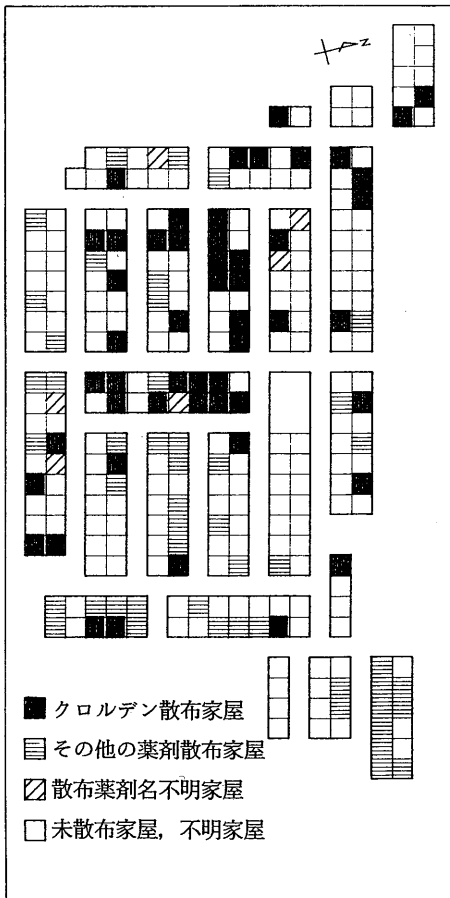


図6 クロルデン使用家屋の配置

表4 広島県S氏宅の室内空气中濃度（7年前散布）

1986年11月調査 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

採取地点	ヘプタ クロル	γ -クロル ディーレン	t-クロル デン	c-クロル デン	t-ノナ クロル	c-ノナ クロル	6成分 合計
和室6帖	0.11	0.13	0.22	0.16	0.17	0.07	0.86
玄関	0.11	0.08	0.12	0.09	0.13	0.07	0.60
浴室	0.20	0.27	0.75	0.49	3.0	0.07	4.78
台所	0.25	0.26	0.69	0.57	3.9	0.10	5.77

表5 神奈川県T氏宅の室内空气中濃度（2年前散布）

1986年10月調査 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

採取地点	ヘプタ クロル	γ -クロル ディーレン	t-クロル デン	c-クロル デン	4成分 合計
= 1階 =					
和室6帖	0.49	0.72	0.31	0.21	1.73
和室8帖	0.34	0.63	0.18	0.22	1.37
玄関	0.61	0.81	0.34	0.26	2.02
廊下（ビニール下）	0.26	nd	0.15	nd	0.41
和室8帖（ビニール下）	0.27	0.57	0.48	0.19	1.51
= 2階 =					
洋間7帖	0.46	0.72	0.11	0.07	1.36
和室6帖	0.28	0.57	0.12	0.12	1.09
洋間6帖	0.55	0.96	0.15	0.07	1.73

表6 神奈川県Y氏宅（集合住宅）の室内空气中濃度（6年以上前散布）

1987年10月調査 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

採取地点	ヘプタ クロル	γ -クロル ディーレン	t-クロル デン	c-クロル デン	t-ノナ クロル	c-ノナ クロル	6成分 合計
台所	0.25	0.26	0.69	0.57	3.9	0.10	5.77
床下（北東側）	—	—	0.20	0.18	0.13	—	0.51
床下（北西側）	—	1.3	1.5	0.75	1.4	—	4.95
床下（南側）	0.33	0.54	1.8	1.3	1.1	0.67	5.74
床下（納戸）	0.38	0.50	1.1	0.90	0.64	0.36	3.88
納戸	0.11	0.19	0.36	0.81	0.19	0.11	1.77
和室4帖半	—	—	0.34	0.23	—	—	0.57
浴室	—	—	0.04	0.04	—	—	0.08

これらの結果でわかるように、クロルデン散布家屋の室内汚染濃度は $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の水準であって、これが平均的状況であると考えられる。また、散布から数年経っても汚染が継続しているのが明らかである。

4. 考 察

4.1 クロルデン汚染濃度の評価

まず、クロルデンに関するいろいろな基準値を述べる。基準値を設定する機関の立場の相違によってそれぞれの基準値には大きな隔りがある。国連機関のFAO/WHOは1986年の報告で、

ADI : 1日当り摂取許容量

クロルデン $0.0005\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$

ヘプタクロル $0.0005\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$

を示している。仮に、餌に混ぜて摂取するのと呼吸で肺から吸入するのとで毒性に違いが無いとしてみると、この値を体重50kg、1日の呼吸量 15m^3 の人で換算して、大気汚染濃度として、

クロルデン $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

ヘプタクロル $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

という値が得られる。しかし、一般に経口毒性よりも吸入毒性の方が強いことが知られている。これは、経口の場合には、消化器管での吸収のロスや肝臓での解毒作用の働きがあるのに比べ、吸入の場合には毒物が直ちに動脈から全身に流れるためである。したがって、大気からの摂取許容量は上記の計算値よりも少ない値と考えるのが普通である。

TLV : 労働環境での最大連続暴露の許容濃度

クロルデン $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$

この値は、American Conference of Governmental Industrial Hygienistsが1980年に発表したもので、1週間に40時間この濃度で作業しても労働者に健康上の悪影響がないと判断される値である。しかし、この濃度以下で健康傷害が起こらないことを保証するものではなく、職業上の利益を得る健康な労働者に対する基準であるから、一般の生活環境に当てはめることはできないと明記されている。したがって、TLVで示される数値で農薬類の安全性の根拠とするのは非常識であると考えられる。

NAS暫定勧告値 :

クロルデン $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

ヘプタクロル $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

この値は、米国 National Academy of Sciencesが1982年に発表したもので、住宅に使われたクロルデンの室内汚染に対する直接的なガイドラインである。なお、その後1986年にFAO/WHOで毒性見直しが行われ、

クロルデンのADIは $0.001\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ から、ヘプタクロルと同じ $0.0005\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ に修正されている。この事情を勘案して、ここではクロルデン類の基準値としてヘプタクロルのNAS勧告値 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をより妥当と考える。

殺虫剤クロルデンは類似した複数の化合物の混合物であるので、すべての濃度を合計した数値で評価する。筆者らの調査結果では、床下の空気の多くは基準値 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をケタ違いに大きく上回っている。また、室内居住空間でもほぼこの値前後の汚染レベルであり、いくつかの測定結果はこれを上回っていた。他の測定点でも、室内の換気条件¹¹⁾を変えれば容易に基準値を越えてしまうであろうことは、床下の高濃度状態からも明らかである。

4.2 対策についての問題点

日本国民のかなりの人達が身近な生活環境においてクロルデン汚染に曝されている現状に対して、対応策が必要である。まず、クロルデン禁止措置の遅れ、かつ業者の駆け込み使用などの違法行為が被害を大きくした。さらに、クロルデンの使用禁止後から白蟻防除剤として、クロルピリホスなどの有機リン系農薬、アレスリンなどの合成ピレスロイド系農薬、TPIICなどの未登録殺虫剤などが用いられている。これらの代替品は、残留性が少なくなった代わりに、人体に対する急性毒性はむしろ強くなっており、かえって事態の悪化が心配される。家庭内で使用される殺虫剤、防カビ剤、殺菌剤、除草剤などには農薬登録されていないものも多く、その危険性についての十分な検討がされていない。農薬登録失効後から多用されたクロルデンのような失策がないようにしたい。

白蟻防除を必要とする家屋には、観察した限り構造的な欠陥があると考えられる。元々夏の高温多湿の気象条件に適した日本家屋は床が高く、換気を良好にする配慮が加えられてきたにもかかわらず、近年新材と便利さを売り物にして密閉型の構造が流行するようになった。しかし、これは文化的な生活条件を無視した傾向であって、殺虫剤による防除を前提とした建築様式は望ましい方向ではない。人々が住居環境をよく考えると共に、とくに行政が安全性に対する指導を徹底することを希望したい。

謝 辞

本調査は、岐阜市民の皆様にご協力いただき調査測定に協力していただきました。とくに沢部清美氏の御努力によるところが多々ありました。また、川崎市公

害研究所の鈴木茂氏には多くの資料と助言をいただきました。ここに改めてお礼を申し上げます。

文 献

- 1) IARC (International Agency for Research on Cancer) : CHLORDANE, IARC Monographs on the Envaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol. 20, 45-65, (1979).
- 2) IARC : HEPTACHLOR and HEPTACHLOR EPOXIDE, IARC Monographs on the Envaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol.20, 129-153, (1979).
- 3) 植村振作・河村宏・辻万千子・富田重行・前田静夫：農薬毒性の事典，三省堂(1988)。
- 4) 実成文彦・浅川富美雪・真鍋芳樹・後藤敦・中島泰知：クロルデン類の室内汚染に関する研究(第1報)，日本公衛誌，34(2)，55-61(1987)。
- 5) J.M.Livingston and C.R.Jones : Living Area Contamination by Chlordane Used for Termite Treatment, Bull. Environm. Contam.Toxicol., 27, 406-411 (1981).
- 6) C.G.Wright and R.B.Leidy : Chlordane and Heptachlor in the Ambient Air of Houses Treated for Termites, Bull. Environm. Contam. Toxicol., 28, 617-623 (1982).
- 7) R.J.Fenske and T.Sternbach : Indoor Air Levels of CHlordane in Residences in New Jersey, Bull. Environm. Contam. Toxicol., 39, 903-910 (1987).
- 8) 野口信行:白蟻防除処理剤クロルデンの公衆衛生学的研究(第1報)，岡山県医学会誌，315-325(1985)。
- 9) 鈴木茂・永野敏・佐藤静雄：川崎市に於ける化学物質環境調査(part2)大気中クロルデンの濃度レベル・第27回大気汚染学会454(1986)。クロルデン類による屋内空気汚染調査，第28回大気汚染学会8121(1987)。内部資料(1987)。
- 10) 花井義道・加藤龍夫・植田博：農薬による大気汚染 -基礎実験と実態調査-，横浜国大環境研紀要，12，47-59(1985)。
- 11) J. B. Louis and R. B. Leidy : Indoor Air Levels of Chlordane and Heptachlor Following Termiticide Applications, Bull. Environm. Contam. Toxicol., 39, 911-918 (1987).